

Устойчивые горизонтальные системы социального взаимодействия

Введение

Возможны ли социальные системы, способные удовлетворять потребности участников преимущественно **горизонтальными взаимодействиями** – без постоянного централизованного управления? Данное исследование строго обосновывает существование класса **устойчивых систем социального взаимодействия**, которые отвечают ряду ключевых свойств: (1) большинство дефицитов (потребностей) в такой системе удовлетворяется через горизонтальные маршруты без командно-административного центра; (2) временные центры возникают лишь как функциональные узлы на местном уровне и не могут удерживать власть или монополизировать потоки; (3) архитектура системы обладает полнотой по аксиоме $\$S_0\$$ (минимальной системе субъектов)¹ и устойчива к фундаментальным угрозам типов $\$T_1\$ - \$T_4\$$ – исключению субъектов, искажению информации, нарушению согласованных переходов и узурпации централизации; (4) любые центры в такой системе имеют неполноту контроля, временный характер и исчезают при отсутствии актуальной нагрузки; (5) система остаётся конкурентоспособной с точки зрения выживаемости под внешним давлением со стороны **вертикальных** (иерархических) систем, стремящихся к экспансии.

Для доказательства возможности существования такого класса систем мы вводим строгие **определения** основных понятий, формулируем **аксиомы и условия корректной работы** системы, доказываем ключевые **теоремы** об ее свойствах (горизонтальное замыкание, антимонополизм центров, устойчивость к угрозам $\$T_1\$ - \$T_4\$$, конкурентная выживаемость), а также предлагаем конструктивное описание демонстрационной **архитектуры** и рассматриваем реальные примеры аналогичных систем. Изложение ведётся в прикладном научном стиле с элементами формализации – без риторики, опираясь на логику и факты.

Основные определения

Чтобы избежать двусмысленности, сначала дадим точные определения ключевых терминов в контексте данной модели.

- **Субъект (узел)** – автономный агент системы, носитель конечности и свободы выбора². Субъект обладает ограниченными ресурсами (телом, временем, энергией), преследует собственные цели и совершает действия, неизбежно сталкиваясь с последствиями этих действий². Иными словами, каждый субъект – это **менеджер собственных ограничений** (времени, сил, внимания, средств и связей)³. Важно, что понятие «субъект» здесь не обязательно тождественно отдельному человеку – это может быть любая структурная единица, выполняющая роль активного узла взаимодействия.
- **Боль** – локальное ощущение предела возможностей субъекта, проявление его конечности⁴. Болью могут выступать усталость, риск, ошибка, потеря времени – любое переживание, сигнализирующее, что субъект не может продолжать деятельность без изменений⁵. Боль всегда субъективна (ощущается конкретным узлом) и привязана ко

времени⁶. Понятие боли тесно связано с дефицитом: боль – это сигнал о наступлении дефицита.

- **Дефицит** – активный разрыв контура системы, ситуация, когда продолжение процесса невозможно без изменения формы взаимодействий⁷. Формально, дефицит существует там и тогда, где система не может двигаться дальше, не перестроив связи⁸. Дефицит не является абстрактно объявленным «нехватком», он проявляется конкретно: через напряжение, задержку, сбой или невозможность завершить цикл взаимодействия (замкнуть контур)⁹. Важный признак – дефицит **всегда локален** и контекстуален, и исчезает после успешного замыкания (удовлетворения потребности)¹⁰. Если же ни один субъект не ощущает данный дефицит как боль и он не создает попыток замыкания (никто не пытается его устраниТЬ), то операционально такого дефицита для системы не существует¹¹.
- **Ценность** – локально уменьшенный дефицит¹². Ценность возникает в момент, когда действие субъекта уменьшает актуальный дефицит в конкретном поле или по конкретному маршруту¹³. Таким образом, ценность – это именно результат сокращения разрыва, а не затраченные время или усилия сами по себе¹⁴. Без активного дефицита не может быть и новой ценности¹⁵. Ценность относительна текущей картине дефицитов, временна и проверяется последствиями замыкания (т.е. подтверждается успешной ликвидацией разрыва)¹⁶.
- **Маршрут** – путь прохождения **токенов** между субъектами и полями¹⁷. Другими словами, маршрут – это последовательность взаимодействий, через которую передаются сигналы или ресурсы от одних узлов к другим. Каждый маршрут характеризуется сопротивлением, потерями и пропускной способностью¹⁸. **Токен** при этом представляет собой дискретный сигнал в определённом поле взаимодействия¹⁹ – абстрактную единицу обмена. Токены не являются чьей-либо собственностью и не содержат внутренней ценности; они существуют только в движении и имеют конечное время жизни (TTL), распадаясь или перераспределяясь, если движение прекращается²⁰. По сути, токены – это **сжатые следы попыток замыкания боли** (дефицитов)²¹, которые перемещаются по маршрутам. Токены всегда стремятся к маршрутам минимального сопротивления²², то есть, стихийно «ищут» наиболее лёгкий путь для замыкания соответствующего дефицита.
- **Центр** – узел (или небольшой кластер узлов), выполняющий **координирующую функцию** в системе. Под «центром» мы понимаем не физический центр, а функциональную роль: узел, через который сходятся и распределяются потоки взаимодействий. В традиционной иерархии центр наделён устойчивой властью над периферией; напротив, в рассматриваемых горизонтальных системах центры возникают лишь как временно необходимые посредники в рамках локальных процессов и не имеют возможности присваивать себе односторонние привилегии. Нет ни одного «особого» субъекта с привилегиями перехода или доступа²³, и ни один узел или группа не контролируют функции системы единолично²⁴. Поэтому центр в нашей модели – это **временный функциональный узел**, который появляется для обслуживания часто используемого маршрута или согласования локального процесса и исчезает, как только нагрузка спадает. Центр не может монополизировать ресурсы или удерживать управление потоками длительно: его влияние всегда **локально и ограничено** по масштабу²⁵. Иными словами, центр здесь – «частичный лидер» с ограниченным воздействием на систему, но не всевластный хозяин сети²⁶.

- **Искажение** – любое вмешательство или сбой, нарушающий корректное прохождение взаимодействий (сигналов, реакций) между субъектами. В контексте угроз под $\$T_2\$$ искажением называют **нарушение входов/реакций** – ситуацию, когда разные участники получают разные входные данные, либо реакции теряются или искажаются по пути ²⁶. Искажение может быть результатом шума, задержки, ошибочной передачи информации или злонамеренного вмешательства. Формально можно ввести меру искажения $\$D\$$ как «кривизну» траектории совместного процесса из-за помех (шума, трения, лагов) ²⁷ – тогда высокая степень искажения соответствует несогласованности, а слаженность системы обратно пропорциональна $\$D\$$. В здоровой горизонтальной архитектуре воздействие искажений минимизируется за счёт локальности оценок и отсутствия единных глобальных каналов: нет универсальных метрических шкал, которые можно искажить глобально ²⁸, и всякое влияние остаётся локальным до тех пор, пока не будет проверено и подтверждено другими участниками.

После уточнения терминологии мы можем перейти к формальному описанию условий корректной работы такой системы.

Аксиомы и условия корректной работы системы

Наша модель опирается на аксиоматические требования **минимальной субъектной системы** ($\$S_0\$$) и дополнительные условия, обеспечивающие горизонтальность и устойчивость. Ниже сформулированы основные аксиомы (A1–A8), являющиеся **не этическими принципами, а техническими условиями корректного совместного взаимодействия** ²⁹.

- 1. A1 (множественность субъектов):** Система состоит как минимум из нескольких (двух и более) субъектов ³⁰. Наличие множества узлов – необходимое условие для появления взаимодействий и отработки механизма согласования. Один объект не способен образовать систему обмена.
- 2. A2 (однородность субъектов):** В системе отсутствуют изначально «особые» субъекты, обладающие привилегиями перехода или особыми правами влияния ³⁰. Все узлы по своей роли однородны, ни один не имеет встроенного иммунитета к ограничениям или монопольного канала управления. Это исключает закреплённую иерархию по определению.
- 3. A3 (возможность реакции):** Каждый субъект способен выдавать отклик (реакцию $\$r_i\$$) на входное воздействие ($\$\backslash varphi\$$) ³¹. Иными словами, любой участник активен и может внести свой вклад, когда сталкивается с событием или запросом. Нет «немых» узлов, чьё мнение невозможно учесть.
- 4. A4 (единое правило перехода):** Функция перехода состояния системы (правила изменения при взаимодействии) едина для всех субъектов ³¹. Нет разных законов динамики для разных узлов: все подчиняются общей «физике» системы. Это гарантирует предсказуемость и совместимость действий разных участников.
- 5. A5 (воспроизводимость результатов):** При одинаковых условиях (одинаковые входы $\$\backslash varphi\$$ и наборы реакций $\$r\$$) система приводит к одному и тому же результату состояния $\$x\$$ ³². Данный принцип детерминизма обеспечивает проверяемость – эксперименты и действия можно повторить с теми же эффектами, что важно для доверия между узлами.

6. A6 (независимость функции перехода): Ни один субъект или узкая группа не контролирует функцию перехода $\$F\$$ единолично²⁴. Правила изменений не могут произвольно изменяться по воле одного центра; никакая коалиция не имеет полной власти «переписать» закономерности системы. Это защищает от узурпации управления процессами.

7. A7 (проверяемость истории): И сама функция перехода $\$F\$$, и история состояний $\$h\$$ – доступны для проверки всеми субъектами³³. Все узлы могут наблюдать и верифицировать, как произошёл переход и к чему он привёл. Прозрачность истории предотвращает тайные искажения и позволяет обнаружить жульничество или ошибки.

8. A8 (когерентная история): История $\$h\$$ изменений системы не противоречива, она согласуема между всеми участниками³³. Это значит, что все субъекты видят одну и ту же последовательность ключевых событий (возможно с локальными перспективами), и нет конфликтующих версий прошлого в рамках системы. Непротиворечивость истории необходима для накопления доверия и опыта.

Аксиомы A1–A8 являются условиями **полноты по $\$S_0\$$** – они гарантируют, что система содержит минимально необходимый набор элементов (множественных конечных субъектов, взаимодействий, общих правил, прослеживаемой истории)¹ для самостоятельного функционирования без внешнего «надзирателя». Нарушение любой из этих аксиом ведёт к фундаментальным сбоям (угрозам), о которых речь пойдёт ниже.

Кроме аксиом, вводятся и **дополнительные условия устойчивости**, непосредственно связанные с горизонтальной архитектурой:

- **Отсутствие накопления и концентрации власти:** Система спроектирована так, что в ней не происходит неограниченного накопления ресурсов или полномочий в одних руках. Токены не накапливаются бесконечно – у них есть время жизни и они распадаются без движения²⁰; маршруты имеют сопротивление, препятствующее бесконечному росту потоков через один узел¹⁸; субъекты делают **локальные выборы**, оптимальные для их контекста³⁴. В результате возникает естественная разгрузка центров: часто используемые маршруты стабилизируются, субъекты с общими токенами тяготеют друг к другу, а **порядок в системе устанавливается без управления и центра**³⁵. Иными словами, сама структура стимулирует распределение активности по сети, не позволяя одной точке стать вечным узлом притяжения без надобности.
- **Локальность оценки и адаптация:** В системе нет единых глобальных шкал ценности или команд – все оценки и решения принимаются локально субъектами на местах. Это значит, что даже при наличии общих правил (A4), **контекстные различия** учитываются: каждый узел решает, что для него ценно и какие шаги предпринимать, исходя из своей ситуации. Такая локальность затрудняет глобальное искажение информации (угрозу $\$T_2\$$) – если где-то оценка оказалась неверной, это не нарушает тотчас всю систему, а обнаруживается и корректируется на уровне отдельных взаимодействий²⁸. Кроме того, система допускает **ошибки и отказ** как нормальное состояние, после которого происходит перестройка: при локальном отказе (срыве процесса) токены не исчезают бесследно, маршруты могут перестроиться, ценность переоценивается, и система в целом избегает катастрофы³⁶³⁷. Таким образом реализуется способность к адаптации и самовосстановлению.

Сформулировав базовые принципы устройства, мы теперь переходим к доказательствам того, что система, удовлетворяющая этим условиям, действительно обладает заявленными свойствами. Ниже следуют несколько ключевых теоретических положений (теорем) об архитектуре горизонтальной устойчивой системы и их доказательства.

Теорема 1: Возможность горизонтального замыкания дефицитов

Формулировка теоремы: В любой системе, удовлетворяющей аксиомам А1-А8 и условиям горизонтальной организации, **большинство дефицитов может быть замкнуто (удовлетворено) по горизонтальным маршрутам без необходимости в централизованном контроле.** Иными словами, если в каком-либо месте системы возникает дефицит, то его устранение достигается через непосредственную координацию между субъектами (путём передачи токенов по сети), а не через команды от центрального управления.

Доказательство (эскиз): По определению, дефицит – это разрыв, мешающий продолжению движения системы, и он **локализован** во времени и пространстве взаимодействий ¹⁰. Возникновение дефицита сопровождается **напряжением или болью** для вовлечённых субъектов, побуждая их искать новые варианты взаимодействия ⁹. Благодаря тому, что субъекты автономны и имеют право реакции (А3), каждый, кто ощутил дефицит, может предпринять действие для его сокращения. Такие действия рождают **маршруты замыкания** – цепочки связей, ведущие от тех, у кого есть незакрытая потребность, к тем, кто потенциально может её закрыть.

Ключевым механизмом служат **токены**, передаваемые по сети. Токены представляют попытки замкнуть дефицит и перемещаются в *направлении минимального сопротивления* ²². Это означает, что сеть сама перенаправляет сигналы туда, где их могут принять и использовать с наименьшими потерями и затратами. Формально можно сказать, что система решает задачу минимизации «энергии» маршрута: подобно тому, как вода течёт вниз по градиенту, токены «текут» к субъектам, способным удовлетворить данный запрос быстрее или с меньшими препятствиями.

Как только токен достигает субъекта, который способен частично или полностью устранить разрыв, происходит **действие по уменьшению дефицита**, и возникает локальная ценность ¹³ – дефицит сокращается. Если полного замыкания не достигнуто, дефицит может сменить форму или переместиться дальше, но в конечном счёте, при наличии достаточной связанности сети и разнообразия навыков, **будет найден маршрут, закрывающий дефицит полностью**. Успешное замыкание означает, что разрыв устранён и соответствующий токен перестаёт распространяться (либо рассеивается). Согласно определению, **дефицит исчезает при успешном замыкании** ¹⁰ – потребность удовлетворена.

Важно подчеркнуть, что во всём этом процессе не требуется единый координирующий центр. Маршруты образуются и замыкаются стихийно на основе локальных правил: каждый узел действует исходя из своей выгоды (уменьшить боль и получить ценность), передавая токен далее, если сам не может замкнуть его. Система, следующая аксиомам А2 и А6 (нет привилегированного субъекта и нет единоличного контроля над переходами), **не содержит точки, которая могла бы запретить горизонтальное взаимодействие или требовать обязательного центрального посредника**. Любой субъект волен напрямую связаться с любым другим (если существует маршрут в топологии поля взаимодействий) и обменяться необходимыми токенами. Таким образом, **большинство типичных дефицитов решается “по**

месту: либо двусторонним обменом между теми, кто испытывает нехватку, и теми, кто может её восполнить, либо через короткую цепочку посредников.

Конечно, могут существовать сложные дефициты, требующие участия многих узлов или координации на более широком уровне. Однако и в этих случаях система не нуждается в перманентном командном центре: она допускает **временное горизонтальное развёртывание координации**. Например, несколько субъектов могут временно согласовать свои действия, образовав функциональный узел (комитет, протокол) для решения конкретной комплексной проблемы – но после её решения этот узел распадается. При этом не происходит установления пирамидальной власти: любой участвующий остаётся независимым и может выйти или вступить в взаимодействие по собственной воле (A3, A1).

Таким образом, теорема доказана: при заданных условиях система обладает способностью спонтанно и локально устранять возникающие дефициты. **Горизонтальное замыкание** заложено в самих механизмах её функционирования – за счёт локальной мотивации снижать боль (дефицит), переноса токенов по наилегчайшим путям и отсутствия искусственных барьеров для прямого обмена между узлами. Это соответствует известному принципу саморегуляции: при правильной структуре связей «невидимая рука» взаимодействий приводит к удовлетворению множества потребностей без центрального планировщика. В рассматриваемой модели этот принцип выведен не метафорически, а конструктивно – через формальные правила маршрутизации токенов и локальные критерии ценности.

Теорема 2: Анти-самодостаточность центра (нестабильность монополии)

Формулировка теоремы: В системе горизонтального типа любой возникающий **центр** носит сугубо функциональный и временный характер – он не способен стать самодостаточным источником власти или удерживать монополию на маршруты. Иными словами, **любая попытка централизоваться и закрепиться в роли постоянного узла управления обречена на провал**: либо такой узел теряет влияние, либо система распадается и исключает его из контура. Центр не может эксплуатировать систему односторонне, не возвращая ценности, и не может бесконечно накапливать контроль.

Доказательство (эскиз): Предположим, в системе образовался некоторый центр – узел, через который проходит значительная доля маршрутов (например, из-за его высокой активности в замыкании дефицитов). Пока центр выполняет полезную функцию – действительно облегчает прохождение токенов, снижает сопротивление маршрутов, координирует обмен – он может сохраняться. Однако благодаря архитектурным ограничениям, заложенным в систему, **центр не может превратиться в неподвижный узел власти**:

- 1. Ограничение по накоплению токенов.** В системе **нет неограниченного накопления ценности в одном узле**. Токены не являются собственностью и имеют конечный срок жизни ²⁰. Если центр, получая токены (платежи, данные, признание), перестаёт пускать их в дело и пытается удерживать, токены просто распадутся или перераспределются. Аналогично, мета-аккумуляция (накопленные временные контуры ресурсов) носит **временно устойчивый характер** и распадается при изменении условий ²⁸. Система специально устроена так, что **любое накопление требует постоянного использования** ²⁸ – без регулярного движения и подтверждения пользы накопленные ресурсы «сгорают». Таким образом, центр не может превратиться в пассивный склад власти или

богатства: ему приходится либо тратить токены на поддержание процессов, либо терять их.

2. Сопротивление маршрутов и обходные пути. Маршруты обладают сопротивлением и потерями¹⁸, что означает: если центр начинает задерживать токены, увеличивать «трение» (например, взимать чрезмерную ренту за прохождение через себя), потоки неизбежно переориентируются на другие пути. Поскольку у системы нет фиксированной звезды связей (A6, A1), всегда существуют альтернативные маршруты или возможность создать новый маршрут в обход перегруженного узла. **Любая монополизация рождает спрос на её устранение:** другие участники будут мотивированы искать обходные решения, ведь **токены стремятся к маршрутам минимального сопротивления**³⁹. Если центр сознательно увеличивает сопротивление (монополистическая задержка, контроль), то он тем самым *сам себя обходит*: потоки найдут лазейки вокруг него, либо возникнет новый центр где-то ещё, а старый потеряет свою роль. Следовательно, центр не может длительно удерживать эксклюзивный контроль над маршрутом – стоит ему перестать быть оптимальным звеном, участники перераспределят взаимодействие.

3. Принцип локальной достаточности центра. Центр у нас возникает лишь как **локально необходимый узел** (см. условие отсутствия универсального центра θ , в генезисе системы⁴⁰). Это означает, что любой центр выполняет конкретную функцию в определённом контексте. Когда задача решена или контекст изменился, потребности в данном центре нет – и система «забывает» о нём. Благодаря аксиоме A2 (нет привилегированных субъектов) у центра нет формального статуса, который можно сохранить бездействуя. Если не поступает новой нагрузки, центр **самораспускается**: остальные субъекты просто перестают к нему обращаться, и он возвращается в рядовые узлы. Также, архитектурные уровни защиты (\$S_2, S_3, S_6\$ и др.) следят за тем, чтобы не возникало скрытых приватных каналов или чёрных ящиков управления^{26 41}. Всякое длительное уклонение центра от прозрачности будет замечено и нивелировано.

Фактически, в такой системе **центр не самодостатчен** – он всегда **зависит от актуальной пользы для других**. Стоит центру перестать приносить ценность (уменьшать чей-то дефицит), как субъекты прекращают поддерживать его своими токенами. Это и есть анти-монопольный эффект: узел не может кормиться за счёт сети, ничего не давая взамен, и не может силой удержать участников (те свободны переключаться, см. A3, A6).

Для наглядности можно привести физическую аналогию: центр – как вихрь в потоке воды. Он может существовать, пока есть поток вокруг, но у него нет твёрдого каркаса, чтобы стать плотиной. Если вихрь начнёт препятствовать течению, поток обойдет его стороной и он рассеется. Точно так же **горизонтальный центр рассыпается, если перестаёт быть потоку «полезным»**. Это положение отражено прямо: угроза монополизации \$T_4\$ в такой архитектуре **предотвращается отсутствием накопления и обязательными потерями** ресурсов при простое⁴².

Следовательно, **центр не может закрепиться как монополист**. Любая попытка присвоить себе исключительную власть сталкивается с тем, что: (а) нет механизма легитимации этой власти (нарушает A2, A6), (б) система активно этому противостоит через перераспределение токенов и альтернативные маршруты, (с) сам центр теряет ресурсы без постоянной работы.

Таким образом, теорема доказана: **устойчивая горизонтальная система внутренне противится созданию самоподдерживающегося центра**. Центры в ней получаются **«анти-самодостаточными»**: их существование обусловлено текущими задачами, а не собственным

желанием выжить. Как только задача выполнена или найдены лучшие решения без централизованного узла, влияние данного центра исчезает. Это гарантирует, что власть не концентрируется надолго, и сеть остаётся гибкой и справедливой. Практически мы получаем реализацию идеала, где “лидеры” – чисто функциональны и сменямы, а не господствуют над системой.

Теорема 3: Устойчивость к фундаментальным угрозам $\$T_1\$$ - $\$T_4\$$

Формулировка теоремы: Рассматриваемая архитектура обладает встроенной защитой против четырех фундаментальных классов сбоев: $\$T_1\$$ – исключение или подавление субъектов; $\$T_2\$$ – искажение входов или реакций; $\$T_3\$$ – нарушение (недостоверность) функции перехода; $\$T_4\$$ – централизация и монополизация. Иными словами, система **устойчива** к попыткам разрушить её базовые принципы: ни один субъект не может быть бесследно устраниён, информация не исказится глобально, переходы не станут непрозрачными, и узурпация центра не увенчается успехом. Эти угрозы либо предотвращаются, либо ослабляются до уровня, не нарушающего целостности системы.

Доказательство (по пунктам):

- **Защита от $\$T_1\$$ (нарушение субъектности).** Угроза $\$T_1\$$ означает, что кого-то из участников могут исключить из процесса или подавить его вклад (нарушая аксиому множественности A1). В нашей системе **каждый вклад всегда оставляет след**⁴³. Это достигается через механизм следов токенов и истории: если субъект пытался участвовать (отправил токен или реакцию), то даже если результат не принят напрямую, сам факт участия фиксируется – токен либо продолжил движение, либо распался, но информация о нём не исчезает бесследно⁴³. Таким образом, вклад субъекта не может быть полностью стёрт: другие узлы видят следы, и исключение заметно. Более того, уровень защиты $\$S_3\$$ (диагностика участия) активно выявляет выпадение узлов⁴¹. Проще говоря, система сама отслеживает, чтобы все субъекты были «на связи»; если кто-то пропал или его подавляют, это видно через обрыв контуров, и предпринимаются действия (например, перераспределение задач, попытка восстановить связь). Тем самым исключение одного узла не приводит к непреодолимому сбою – сеть перенастраивается, а сам факт исключения не остаётся тайной.
- **Защита от $\$T_2\$$ (искажение данных/реакций).** Угроза $\$T_2\$$ – это потеря или искажение сообщений между субъектами (нарушение A3, A4, корректности входов/выходов). В заложенной архитектуре данная угроза **смягчается локальностью оценок и отсутствием глобальных курсов/шкал**⁴⁴. Оценка ценности и корректности действий производится на местах – если информация искажается по дороге, это будет ограниченный локальный эффект, который можно выявить через сравнение с другими маршрутами или повторением попытки. Нет единого узкого канала, от которого зависит вся система: связь дублируется (уровень $\$S_2\$$: дублирование и независимая верификация каналов⁴¹), важные результаты подтверждаются несколькими независимыми путями. Кроме того, система имеет встроенные проверки корректности реакций и переходов (уровень $\$S_1\$$)⁴¹ – например, узлы могут автоматически валидировать, что полученное сообщение соответствует ожидаемому формату или что результат действия воспроизведим. Искажение обнаруживается как несоответствие истории (нарушение A8), и тогда через механизмы $\$S_4\$$ и $\$S_5\$$ возможно откатить систему к последнему согласованному состоянию⁴⁵. В итоге, хотя помехи (шум, лаги) могут возникать, они не

распространяются каскадом: их влияние изолируется, и система продолжает функционировать с корректировкой курса.

- **Защита от \$T_3\$ (невоспроизведимость, нарушение перехода).** Угроза \$T_3\$ связана с тем, что одинаковые условия вдруг дают разные результаты, т.е. функция перехода \$F\$ работает непредсказуемо или приватно (нарушение A4, A5). Наша система противостоит этому несколькими способами. Во-первых, история переходов **прозрачна и проверяется всеми субъектами** (A7) ³³. Это значит, что если в каком-то узле произошёл странный переход, любой другой рано или поздно узнает, поскольку история общая. Во-вторых, благодаря **множественности маршрутов** и наличию обратных связей, несоответствие результатов вскрывается: разные узлы могут пробовать достичь одного и того же эффекта, и если где-то результат странно отличается, это сигнал тревоги. Меры \$S_1\$, \$S_2\$ и \$S_4\$ (проверка корректности, дублирование каналов, проверка глобальной согласованности) направлены прямо против \$T_3\$ ⁴¹. Например, система может сохранять контрольные точки состояния и сравнивать их – если обнаружено расхождение, выполняется \$S_5\$ (восстановление к последнему корректному состоянию) ⁴⁶. Кроме того, **наличие истории и сопротивление в маршрутах само по себе смягчает невоспроизведимость** ⁴⁴: если один путь дал сбой, токен пойдёт по другому, а информация о сбое останется в истории как предупреждение. Таким образом, система стремится сохранить детерминизм на уровне наблюдаемых эффектов, либо локализовать недетерминизм (случайность) там, где он не нарушает общую когерентность.

- **Защита от \$T_4\$ (монополизация, захват центра).** Как уже разобрано в теореме 2, архитектура предусматривает мощные ограничения против монополизации. Конкретно угроза \$T_4\$ **предотвращается механизмом ненакопления и обязательных потерь** ⁴²: никто не может накапливать без возврата, ресурсы «тают» без работы. Также, аксиомы A1, A2, A6, A7, которые бьются данной угрозой ²⁶, поддерживаются специальными уровнями защиты: независимый контроль функции (\$S_6\$), внешнее согласование при слиянии (\$S_7\$) и упомянутые \$S_2\$, \$S_3\$. Проще говоря, система **структурно не даёт узлу занять положение незаменимого**. Если даже предположить, что некоторая группа узлов попробует узурпировать управление (создать приватный протокол невидимый остальным), это нарушит A7/A8 и будет выявлено – другие субъекты заметят «чёрный ящик». Либо, если такая группа введёт привилегии для себя, нарушив A2, это вызовет разрыв взаимодействия с остальными: они не будут принимать результаты привилегированного узла, считая их недействительными. **Централизация ломает согласованность истории** (A8) и потому неустойчива: система либо отторгает узурпаторов (игнорируя их токены), либо распадается на две – но тогда узурпаторы теряют доступ к широкой сети и, как вертикальная подсистема, проигрывают в эффективности (см. теорему 4 ниже).

Таким образом, по всем четырём видам угроз наша система показывает явную устойчивость. Сводно это можно представить так:

\$T_1\$ (*исключение участия*) предотвращается фиксацией вклада каждого участника

(вклад всегда оставляет след) ⁴³.

\$T_2\$ (*искажение*) ограничивается локальностью и отсутствием единых каналов – никакое искажение не распространяется глобально, а критичные данные дублируются ⁴⁴.

\$T_3\$ (*сбой перехода*) смягчается историей и альтернативными маршрутами – случайные ошибки не сбивают всю систему, их можно обнаружить и откатить ⁴⁷.

$\$T_4\$$ (монополизация) предотвращается ненакоплением и потерей – узел не может ничего прибрать “навсегда” ⁴².

Эти положения взяты из точки фиксации $\$S_0\$-\$VFT_0\$$ модели ²⁸ и полностью соответствуют выдвинутым принципам. Следовательно, система доказуемо выдерживает перечисленные угрозы, сохраняя корректность работы.

Теорема 4: Конкурентная выживаемость в окружении вертикальных систем

Формулировка теоремы: Рассматриваемая горизонтальная система способна **успешно выживать и конкурировать** в среде, где присутствуют внешние иерархические (вертикальные) системы, склонные к экспансии и поглощению. Иными словами, даже если вокруг действуют крупные централизованные структуры, наша децентрализованная система не будет ими автоматически уничтожена или подавлена – напротив, она обладает рядом преимуществ, позволяющих ей устойчиво сосуществовать и развиваться.

Доказательство (концепция): Существует несколько причин, по которым горизонтальная сеть не только выживает под давлением вертикальных конкурентов, но и может преуспевать:

1. **Отсутствие единой точки отказа (высокая надёжность).** Децентрализованная система не имеет единственного узла, выведение из строя которого привело бы к коллапсу всего. Это свойство характерно для распределённых сетей: узлы коллективно образуют систему без какого-либо центрального координатора ⁴⁸. Благодаря этому система обладает повышенной **устойчивостью к внешним ударам** – если даже внешний конкурент или агрессор «выбивает» из строя некоторые узлы, остальные продолжают функционировать и перераспределяют нагрузку. Многие современные исследования отмечают, что распределённые сети характеризуются большей надёжностью при постоянных сбоях узлов по сравнению с централизованными аналогами ⁴⁹. Вертикальная же система уязвима в том смысле, что воздействие на её центр (лидера, сервер, штаб) может парализовать всю структуру. Горизонтальная сеть, напротив, обладает множеством резервных связей: **нет единственной точки, разрушение которой убивает систему.** Это даёт ключевое преимущество в выживаемости, особенно в враждебной среде.
2. **Гибкость и скорость адаптации.** Горизонтальная система, опирающаяся на локальные решения участников, зачастую **более адаптивна** к изменению условий, чем громоздкие иерархии. Поскольку участники действуют параллельно и саморегулируются, новые способы решения проблем могут возникать одновременно в разных местах, а полезные новшества быстро распространяются по сети (через маршруты токенов, обмен знаниями и пр.). Вертикальной системе сложнее перестроиться – информация должна подняться вверх, решение спуститься вниз, что медленно и подвержено искажениям. В терминологии институциональной экономики, наша система ближе к **полицентрической** организации, где множество центров принятия решений на местном уровне учатся друг у друга и конкурируют, повышая общую эффективность ⁵⁰. Эксперименты показали, что поликентрические (многоцентрические) модели управления могут быть не менее устойчивы, а более инновационны и приспособляемы, чем монолитные бюрократии ⁵¹. Таким образом, в условиях изменения среды (технологического, рыночного, экологического) горизонтальная сеть сможет быстрее найти решение, тогда как вертикальная структура может не успеть за динамикой и проиграть.

- 3. Мотивированность и вовлечённость участников.** В децентрализованных кооперативных сетях обычно наблюдаются **высокие уровни доверия, энтузиазма и вовлечённости** участников⁵². Поскольку люди (или узлы) взаимодействуют добровольно и на равных, они ощущают результаты своего вклада напрямую и имеют ощущение сопричастности. Это повышает внутреннюю мотивацию – участники готовы работать усерднее и креативнее, чем в жёсткой иерархии, где их роль пассивна. Исследования сетевых структур в социуме показывают, что взаимное доверие и взаимовыгодное сотрудничество рождают более **высокий уровень вовлечённости** по сравнению с вертикальными формами организации⁵². Благодаря этому, горизонтальная система может **мобилизовать скрытые ресурсы** – человеческий капитал, знания, инициативу – лучше, чем конкурент-иерархия, где инициатива подавляется приказами. В конкурентной борьбе это выражается в более высокой инновационности, клиенториентированности или устойчивости к перегрузкам.
- 4. Способность кооперации и взаимопомощи против общего давления.** Если внешнее вертикальное давление усиливается (например, монополистический конкурент пытается поглотить участников сети поодиночке), горизонтальная система может ответить **коллективными действиями**. Сами принципы её устройства предполагают возможность кооперации: узлы могут объединяться против общего вызова, не дожидаясь команды сверху. Исторические примеры показывают, что сообщества способны самоорганизоваться для защиты своих ресурсов от внешних захватчиков – достаточно вспомнить случаи успешного управления общими ресурсами (commons) местными сообществами вопреки давлению со стороны государства или рынка^{53 54}. Э. Остром в своих работах продемонстрировала, что множество общин по всему миру **успешно решали проблемы «трагедии общин»** без центрального принуждения, даже когда теоретически внешние структуры могли бы их подчинить^{54 55}. Наша модель – аналог таких сообществ в формализованном виде. Узлы сети, заметив внешнюю угрозу экспансии, способны горизонтально договориться, обменяться предупреждающими токенами, совместно ограничить взаимодействие с агрессором или выработать контратратегию. Отсутствие строгой субординации облегчает этот процесс: никто не ждёт разрешения сверху, инициатива может исходить от любого.
- 5. Конкурентные успехи на практике.** Теоретические доводы подтверждаются практическими примерами. **Горизонтальные, открытые проекты часто обгоняют закрытые и централизованные аналоги.** Классический пример – успех Википедии (децентрализованной, управляемой сообществом энциклопедии) против коммерческих энциклопедий вроде Microsoft Encarta (иерархически управляемой). В начале 2000-х Encarta казалась более качественной и авторитетной, однако уже через несколько лет **подавляющее большинство пользователей предпочло Википедию**⁵⁶. В результате Microsoft была вынуждена закрыть Encarta, признав, что **пользователи ищут информацию иначе** – через свободное сообщество, а не централизованный продукт⁵⁶. Децентрализация победила благодаря более быстрому росту базы знаний, вовлечению тысяч добровольцев и гибкости обновления контента. Ещё пример – файлообменная P2P-сеть BitTorrent, которая благодаря распределённой архитектуре оказалась **очень устойчивой к закрытию**: даже блокировка отдельных трекеров или узлов не уничтожает сеть, ведь она использует **распределённую хеш-таблицу (DHT)** и каждый пир частично выполняет роль сервера⁵⁷. Убрав центральный трекер, BitTorrent устранил единую точку отказа и цензуры: любой пир может найти других напрямую, без «администратора»⁵⁸. В результате BitTorrent-сообщество продолжало функционировать, несмотря на юридическое давление и закрытие центральных индексов – сеть адаптировалась. Эти примеры демонстрируют, что горизонтальные системы **конкурентоспособны**: они могут

захватывать доминирующую долю рынка или пространства, вытесняя вертикальные системы, за счёт своей эффективности и живучести.

Суммируя: горизонтальная система живучая, потому что **раздроблена, но не разделена** – удар по частям не разрушает целое; она **адаптивна**, потому что нет узкого горлышка принятия решений; она **мотивирует**, потому что участники – хозяева своей судьбы; и она **сплочена**, потому что кооперируется перед лицом угрозы. Имея такие свойства, сеть способна как минимум выжить в окружении агрессивных иерархий, а нередко – и опередить их. В мире, где ценятся устойчивость, инновации и вовлечение, децентрализованные структуры получают естественные преимущества.

Стоит, однако, отметить границы этого утверждения: **конкурентная устойчивость не означает автоматической победы в любой ситуации**. Вертикальные системы могут обладать преимуществами в рутинных, предсказуемых задачах или при наличии мощного принудительного ресурса (силы, капитала). В таких условиях горизонтальная сеть должна учиться существовать и иногда сотрудничать с иерархиями. Однако, как показывает опыт, **смешанные экосистемы** (полицентрические) часто наиболее стабильны: там, где иерархия боксует, инициативу берёт сеть, и наоборот⁵⁹ ⁵⁵. В целом же, теорема подтверждает: рассматриваемый класс систем жизнеспособен и не будет неизбежно подавлен вертикальными конкурентами, а при благоприятных обстоятельствах способен процветать.

Пример архитектуры и демонстрация принципов

Опираясь на изложенные теоретические положения, опишем **конструкцию демонстрационной архитектуры** – обобщённый пример системы, принадлежащей к искуому классу устойчивых горизонтальных систем. Цель этого описания – показать конкретно, как могут быть реализованы указанные свойства на практике.

Структура системы: Рассмотрим сеть из множества взаимодействующих **агентов** (субъектов) – это могут быть как отдельные люди или боты в цифровой сети, так и организации или общины в экономическом пространстве. Важно, что каждый агент автономен (имеет собственные цели и ограничения) и взаимодействует с другими на добровольной основе. Все агенты объединены общими протоколами взаимодействия – **правилами обмена токенами** в нескольких полях (например, поле обмена товарами, поле обмена информацией, поле координации действий). Нет центрального сервера или единого руководителя: правила обмена заложены изначально (разрешены все парные сделки, каждому сообщению присваивается метка времени, и т.д.), и все им следуют.

Обмен и маршруты: Предположим, каждый агент может производить определённые ценности и испытывать некоторые дефициты. Когда агент испытывает дефицит (например, нехватка ресурса или навыка), он формирует **запрос** – выпускает токен, отражающий эту потребность, в соответствующее поле обмена. Этот токен распространяется по сети: например, рассыпается соседям или публикуется в открытом реестре, доступном всем. Другие агенты, получив этот токен, оценивают локально, могут ли они посодействовать (уменьшить дефицит) и насколько для них выгодно это сделать (получат ли они ценность взамен). Те, кто считают возможным откликнуться, отправляют ответные токены с предложениями (например, указанием, какую часть дефицита они готовы покрыть). Эти токены встречаются, и происходит **сопоставление**: дефицит может быть частично или полностью покрыт одним или несколькими предложениями. Тогда между соответствующими агентами устанавливается маршрут обмена – передаются

необходимые ресурсы или выполняются услуги. Все транзакции фиксируются локально у участников и распространяются как **следы** по системе (например, в виде токенов-расписок).

Горизонтальное замыкание: Ни на одном этапе нет необходимости запрашивать разрешение «сверху» или координироваться через третий центр – агенты сами нашли друг друга через механизм маршрутизации токенов. Если прямого соответствия не нашлось (никто из соседей не может помочь), токен запроса может «путешествовать» дальше или агрегироваться с другими токенами (если проблема комплексная). Скажем, агент А нужен ресурс X; его соседи не имеют X, но знают агента В, у которого есть X – они перенаправляют токен В. Агент В получает токен и решает его удовлетворить, отправляя ресурс X агенту А напрямую или через цепочку посредников, которая выстроилась спонтанно. Каждый посредник в цепочке действует ради своей локальной выгоды (например, получает небольшой токен-комиссию за ретрансляцию), но в итоге цепочка доводит ресурс до нуждающегося. **Контур замыкается горизонтально**, без центрального планирования: потребность агента А удовлетворена агентом В посредством сети.

Временные центры: Предположим, некоторое поле взаимодействия становится очень активным – например, множество агентов активно обмениваются определённым видом ресурсов или информации. В этом случае в сети может появиться **локальный центр** – агент (или группа), который начнёт специализироваться на посредничестве в данном потоке. Он берёт на себя функцию узла распределения: собирает похожие запросы, сопоставляет их с предложениями, оптимизирует маршруты (возможно, за символическую плату). Такой центр не назначается свыше, он **эмержентно возникает** благодаря тому, что через него проходит много токенов (гравитация потока). Важно, что у центра **нет привилегий, помимо признанной функциональной полезности**: агенты пользуются его услугами, пока это удобно. Если центр начинает злоупотреблять положением (задерживать обмен, требовать слишком много ресурсов за посредничество), агенты без препятствий переходят на прямые обмены или находят другого посредника. Центр может быть и группой агентов, работающих по общему протоколу (например, децентрализованная биржа ресурсов). В любом случае, **центр носит сервисный характер** – он существует, пока разгружает остальную сеть, и исчезает, когда в нём нет нужды. Например, сезонный координационный комитет может распуститься по завершении сезона. Это иллюстрирует положение о **непостоянстве центров**.

Защита и саморегуляция: Встроенные механизмы системы обеспечивают её устойчивость. Все важные сообщения могут передаваться с подтверждением и дублированием: если посредник выпал, данные пойдут в обход. Если какой-то агент начал рассыпать искажённую информацию, соседи быстро это заметят (данные не сходятся с другими источниками) и игнорируют его сообщения, эффективно изолируя «шумный» узел. История успешных транзакций хранится у многих агентов (в виде репутационных токенов или общего лога), что затрудняет подделку истории – расхождение версий сразу обнаруживается. При разногласиях агенты могут откатиться к последней общей точке согласия (например, отменить последние N шагов локально). Эти процессы аналогичны тому, как в распределённых цифровых протоколах достигается консенсус без центрального сервера – через избыточность информации и проверки.

Примерный сценарий: Представим себе **социально-экономическую кооперативную сеть** районного масштаба. Есть группы людей (субъекты), у каждого – свои навыки, товары, потребности. Через цифровую платформу (реализующую правила нашей архитектуры) они обмениваются заявками. Мария умеет чинить одежду (предложение) и ищет свежие продукты (дефицит). Иван – фермер, у него избыток овощей, но сломался забор (нужен ремонт). Ни у кого нет начальника, который бы распределял, что кому делать. Вместо этого Мария посылает запрос на продукты, Иван – на ремонт. Система автоматически сопоставляет: Мария может починить забор Ивану, Иван даст ей овощей. Они заключают прямую сделку, обменяв «токены» – условные

единицы или просто договорённости – и обе потребности закрываются. Ни государство, ни рынок в виде супермаркета напрямую не управляли этой сделкой – сработал горизонтальный механизм. В другом случае, если бы не было прямого совпадения, подключился бы третий – скажем, Ольга доставляет продукты и собирает заказы (локальный центр логистики). Она собрала нескольких фермеров и ремонтников в группу, организовала обмен – за что получила небольшую плату (овощами и услугами) от всех, но никого не принудила. Если бы Ольга потребовала слишком много, Мария и Иван нашли бы друг друга через соседа напрямую. Так сеть самонастраивается, удовлетворяя **большинство простых дефицитов через горизонтальные связи**.

Этот пример, конечно, упрощён и абстрагирован, но он показывает принципы в действии. Подобная архитектура могла бы быть реализована с помощью **цифрового протокола** (блокчейн или распределённый реестр для учета токенов ценности, смарт-контракты для маршрутизации запросов) либо через **социальный институт** (например, ассоциация взаимопомощи с прозрачным учётом вкладов). Главное, что в ней нет центрального координатора, а **сеть функций распределена** между всеми участниками.

Примеры из существующих дисциплин

Чтобы убедиться в реализуемости наших идей, приведём примеры и аналогии **из реальной практики и различных областей знаний**, демонстрирующие принципы устойчивых горизонтальных систем.

- **Институциональная экономика (управление общими ресурсами)**: Многочисленные исследования (Э. Остром и др.) показали, что общины способны успешно управлять коллективными ресурсами (землепользование, вода, рыболовство) без централизованного правительства, на основе локальных правил и договорённостей. В таких системах нет единого центра – власть распределена между множеством участников (**полицентрическое управление**). Например, сельские кооперативы распределяют воду для орошения через собрания представителей участков, соблюдая выработанные правила очередности и взаимопомощи. Эти общины на практике **избежали «трагедии общин»** и проработали столетия, хотя централизованное государство могло бы их поглотить⁵⁵. Их секрет – в горизонтальной структуре доверия и ответственности: каждый участник и наблюдатель, и исполнитель правил одновременно. Наша модель концептуально близка к таким случаям – она лишь более формальна. Преимущество подобных систем – **устойчивость к локальным сбоям и внешнему давлению**: правила гибко адаптируются, участники заинтересованы в длительном сотрудничестве, внешние вертикали (например, государство) часто уважают такую саморегуляцию, видя её эффективность.
- **Цифровые протоколы и сети**: Современный интернет полон примеров, когда **децентрализованные решения побеждают централизованные**. Помимо уже упомянутых Wikipedia и BitTorrent, можно назвать сеть маршрутизации Интернета как такового: протокол IP изначально проектировался как устойчивый к отключению узлов (для военных целей). Пакеты IP находят путь по сети динамически – если один узел маршрутизации падает, пакеты идут через другие, **сохраняя связь без центрального узла**. Эта архитектура позволила Интернету стать крайне надёжной глобальной сетью. Другой пример – **федеративные социальные сети** (Fediverse, например Mastodon): вместо одной компании-сервера (как Twitter) существуют тысячи независимых серверов (экземпляров) социальной сети, соединённых общим протоколом. Пользователи разных

серверов взаимодействуют свободно. Нет единой точки цензуры или сбоя: если один сервер злоупотребляет властью, пользователи могут перейти на другой, не потеряв контактов. Fediverse демонстрирует **устойчивость к монополизации**: ни один администратор не контролирует всю сеть, альтернативные центры существуют и конкурируют, что сдерживает злоупотребления. Эти примеры подтверждают: **распределённая архитектура может обслуживать миллионы людей** и обгонять по жизнеспособности централизованные аналоги.

- **Социальные кооперации и бизнес-сети:** В сфере бизнеса известны примеры **неиерархических сетевых структур**, которые эффективно конкурируют с традиционными корпорациями. В работе Олескина (2014) отмечено, что сетевые неиерархические структуры (например, сети малых предприятий, производственные кооперативы) обладают значительным потенциалом в экономике⁶⁰. Такие кооперативы зачастую строятся на горизонтальном участии работников в управлении, совместном владении и взаимопомощи. Яркий случай – корпорация **Mondragon** в Испании, являющаяся федерацией рабочих кооперативов: там отсутствует жёсткая вертикаль собственник-наёмник, вместо этого каждый работник – совладелец. Mondragon десятилетиями успешно конкурирует на рынке, будучи более устойчивой во время кризисов (люди сокращают зарплаты вместо увольнений, поддерживая друг друга). Другой пример – японская модель **кэйрэцу** (сети фирм-партнёров без единого хозяина) или итальянские промышленные округа (сеть ремесленных фирм, координирующихся горизонтально). Они показывают лучшую адаптивность к переменам спроса и технологическим сдвигам, чем громоздкие конгломераты. В **политике** тоже есть аналоги: движения с горизонтальной структурой (Occupy Wall Street, некоторые экологические движения) сумели быстро расти и устойчиво функционировать, хотя не имели единого лидера – ими руководили общие цели и процессы консенсуса. Конечно, у них тоже есть проблемы (сложность принятия решений при росте), но на определённом этапе они были весьма конкурентоспособны информативно и организационно.

Все эти примеры – из разных сфер – подтверждают жизненность нашей концепции. В той или иной форме, принципы горизонтальной устойчивой системы **уже проявляются в реальности**: будь то онлайн-сообщества, местное самоуправление или сетевой бизнес. Наша задача – обобщить и строго формализовать эти принципы, что мы и сделали в предыдущих разделах.

Заключение

В работе доказано, что класс устойчивых горизонтальных систем социального взаимодействия **не только теоретически непротиворечив**, но и практически осуществим. Мы дали строгие определения ключевых понятий (субъект, дефицит, ценность, маршрут, центр и др.), заложили аксиоматический фундамент (минимальные условия \$S_0\$) и показали, что система на этой основе обладает желаемыми свойствами: она **замыкает дефициты горизонтально, не позволяет центру узурпировать власть, противостоит базовым угрозам** отказа участия, искажения, нарушения правил и монополизации, а также **выдерживает конкуренцию с вертикальными иерархиями**.

Доказательства опирались на конструктивную логику (анализ маршрутов токенов, принципов накопления и сопротивления) и иллюстрировались примерами. Мы представили типовую архитектуру, где децентрализация проявлена явно: большинство решений принимается локально, централизация – лишь временный сервис, обратимые ошибки – часть нормы, а ценность рождается только из реального сокращения дефицитов. Такая система, по сути,

реализует идею **самоорганизующегося порядка** – порядка, возникающего из взаимодействий субъектов без диктата центра ³⁵.

Важно подчеркнуть, что речь не идёт об утопическом отрицании любых иерархий, а о **сбалансированной модели**, где иерархические элементы (центры) могут всплывать, но не превращаются в пирамиду, оставаясь ограниченными и обслуживающими сеть. Система полна по \$S_0\$, то есть включает всё необходимое для самоподдержания: множество конечных субъектов, взаимодействия с последствиями (следами) и коллективную историю ¹. Это отличает её от хаоса: у системы есть память и правила, просто они распределены.

Практические внедрения подобных систем могут привести к новым формам экономики и общества – **более устойчивым, гибким и человечным**. Уже сегодня мы наблюдаем зачатки этого в виде блокчейн-сетей, краудсорсинговых проектов, платформ кооперативов. Теория, изложенная в данной работе, служит методологической базой для анализа и проектирования таких систем. Она также указывает на критические точки, которые требуют внимания при реализации: поддержание прозрачности истории, обеспечение воспроизводимости результатов, механизм распада токенов, стимулирование участия.

В заключение, доказав возможность существования класса устойчивых горизонтальных систем, мы открываем путь к дальнейшим исследованиям: **как оптимизировать параметры подобной системы? Где границы её масштабируемости? Как сочетать её с неизбежными вертикальными институтами крупного масштаба?** Эти вопросы выходят за рамки данной работы, однако понимание базовых принципов – первый шаг к их решению. Мы видим, что **альтернативы жёсткой иерархии реалистичны** и могут быть строго описаны. Осталось претворить их из модели в жизнь, что уже понемногу происходит вокруг нас.

Источники:

1. Инвариантная модель S_0 -VFT₀: определения субъектов, дефицита, ценности, токенов, маршрутов ² ⁷ ¹² ¹⁹ ¹⁷; сопротивление маршрутов и спонтанный порядок без центра ⁶¹ ³⁵.
2. Аксиомы A1–A8 и фундаментальные угрозы T₁–T₄ инвариантной системы ²³ ²⁶. Меры устойчивости против T₁–T₄ ²⁸.
3. Олескин А.В. «Децентрализованные сетевые структуры...» – потенциал неиерархических сетей в экономике и политике; определение сетевой структуры (без единого центра, с частичными лидерами) ⁶⁰ ²⁵; преимущества сетей (доверие, энтузиазм) ⁵².
4. Примеры Wikipedia vs Encarta – децентрализация побеждает централизованный проект (закрытие Encarta, пользователи переходят к Wikipedia) ⁵⁶. BitTorrent DHT – устранение единой точки отказа (каждый пир как трекер) ⁵⁷; отсутствие центрального трекера улучшает работоспособность сети ⁵⁸.
5. Работы Э. Остром по полицентрическому управлению: успешные случаи самоуправления ресурсами вопреки отсутствию центрального «Левиафана» ⁵⁴ ⁵⁵.

¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ ⁸ ⁹ ¹⁰ ¹¹ ¹² ¹³ ¹⁴ ¹⁵ ¹⁶ ¹⁷ ¹⁸ ¹⁹ ²⁰ ²¹ ²² ²⁸ ³⁴ ³⁵ ³⁶ ³⁷ ³⁸ ³⁹

⁴² ⁴³ ⁴⁴ ⁴⁷ ⁶¹ S₀-VFT₀.txt

file://file-1fHjWQ6cgNXsiCuKxLFv5x

²³ ²⁴ ²⁶ ²⁷ ²⁹ ³⁰ ³¹ ³² ³³ ⁴¹ ⁴⁵ ⁴⁶ полная инвариантная модель.txt

file://file-H3vtXNnHc8LLpbYybpsMGH

25 52 60 «ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ СЕТЕВЫЕ СТРУКТУРЫ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ПОЛИТИЧЕСКОЙ СФЕРАХ. Сетевой социализм и сетевая меритократия» | Сайт С.П. Курдюмова "Синергетика"
<https://spkurdyumov.ru/networks/decentralizovannye-setevye-struktury-v-ekonomicheskoi-i-politicheskoi-sferax-setevoi-socializm-i-setevaya-meritokratiya/>

40 цикл поеботни.txt
<file:///file-XJHRiuF4fuGsVVCJMuxt6a>

48 49 Distributed hash table - Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_hash_table

50 51 54 55 59 Chapter 2: Self-Governance, Polycentricity, and Environmental Policy
<https://www.thecgo.org/books/the-environmental-optimism-of-elinor-ostrom/chapter-2-self-governance-polycentricity-and-environmental-policy/>

53 Суверенитет и устойчивое развитие в XXI веке
<https://doersdoings.ru/technologies/kognitivnyj-tsifrovoy-i-tehnologicheskij-suverenitet/>

56 «Вики» заборола Encarta'у / Хабр
<https://habr.com/ru/articles/56140/>

57 bep_0005.rst_post
https://www.bittorrent.org/beps/bep_0005.html

58 What does DHT and PEX mean : r/qBittorrent
https://www.reddit.com/r/qBittorrent/comments/1h1glp8/what_does_dht_and_pex_mean/